Costruisci il tuo
LABORATORIO
e pratica subito con
L'ELETTRONICA
n. 9 - L. 12.900 - 6,66 euro
TEORIA
Interruttori e commutatori
CONTROLLO
Allarme per rottura del filo
Stabilizzatore di tensione
DIGITALE
Bistabile con porte NOR
Carillon musicale
MISURE
Verifica del CI 4001
Indicatore di livello logico
LABORATORIO
La tastiera
IN REGALO in questo fascicolo
1 Striscia con 10 pulsanti al silicone
4 Tasti di plastica
1 Circuito stampato Ref: VL01/99
2 Viti - 4 Molle
1 Circuito integrato 4001
25 cm di Filo nudo di rame stagnato
1 Resistenza da 270 K, 5%, 1/4 W
1 Resistenza da 3K9, 5%, 1/4 W
1 Resistenza da 6K8, 5%, 1/4 W
Peruzzo & C.
9 771129 409005 00009

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

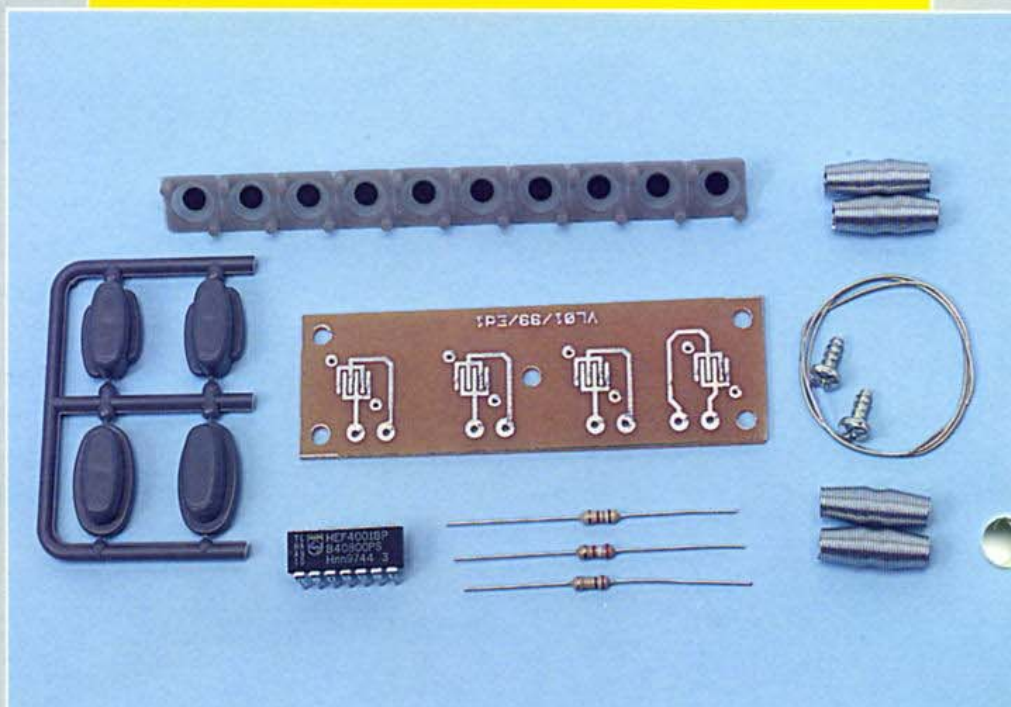
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

1 Striscia con 10 pulsanti al silicone
4 Tasti di plastica
1 Circuito stampato Ref: VL01/99
2 Viti - 4 Molle
1 Circuito integrato 4001
25 cm di Filo nudo di rame stagnato
1 Resistenza da 270 K, 5%, 1/4 W
1 Resistenza da 3K9, 5%, 1/4 W
1 Resistenza da 6K8, 5%, 1/4 W

In questo fascicolo inizia il montaggio della tastiera; si continuano a fornire componenti per realizzare ulteriori esperimenti.

Interruttori e commutatori

La potenza inutilizzata si converte in calore.

Gli interruttori sono componenti elettromeccanici: dobbiamo esaminarli sia da un punto di vista meccanico che elettrico. Sono elementi importantissimi nell'ambito dei circuiti: un loro errato utilizzo infatti, provoca gravi guasti nel funzionamento delle apparecchiature. Quando si verificano dei problemi, ciò è dovuto, nella maggioranza dei casi, a una scelta sbagliata degli interruttori causata anche da un'insufficiente conoscenza delle loro caratteristiche che risultano inadeguate all'applicazione voluta.

Commutatori a leva in miniatura: loro componenti.

Ciclo di lavoro

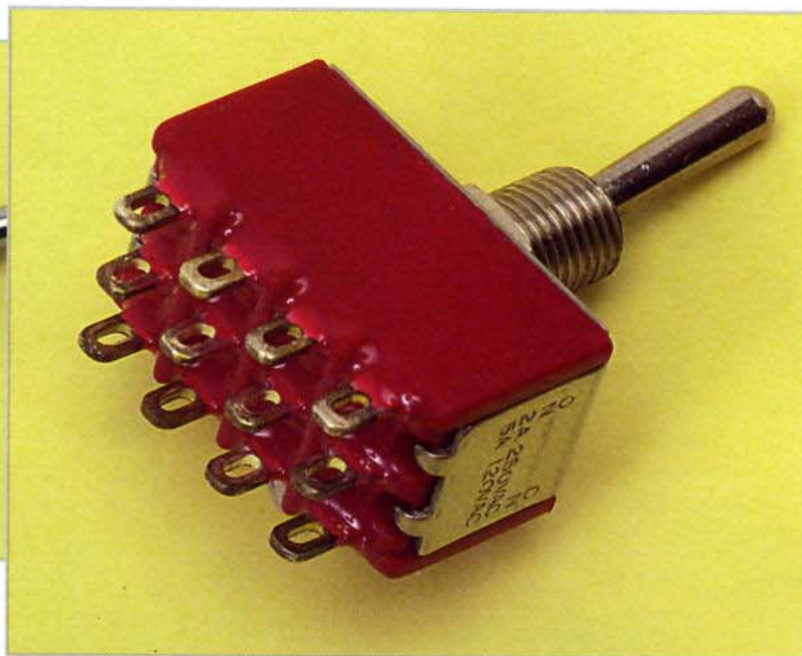
Gli interruttori, o i commutatori, sono componenti formati da vari pezzi assemblati insieme: sono quindi componenti relativamente costosi, soprattutto quando si esige da essi qualità e affidabilità. Conoscere il numero approssimativo di operazioni che l'interruttore sopporta, oltre che per quanto tempo, è molto importante, per poter determinare il tipo di componente da utilizzare. Evidentemente, un commutatore di cambiamento di tensione o l'interruttore di un'apparecchiatura non avranno lo stesso numero di azionamenti. Se facciamo mente locale, possiamo ricordarci qualche apparecchio che, dopo anni di funzionamento, aveva l'interruttore d'accensione difettoso, ciò era tipico di molti televisori degli anni '60. Questi componenti si guastano con l'uso, non solo per quanto riguarda i contatti, ma anche per quanto concerne tutte le parti che li compongono, come gli assi e le leve.

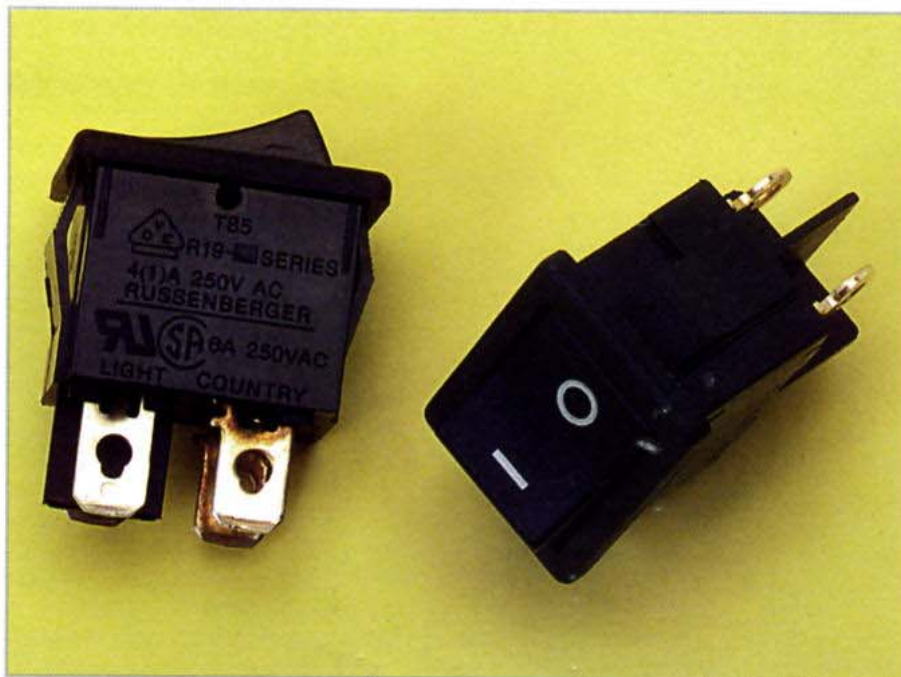
Commutatori scorrevoli di piccole dimensioni.

Resistenza di contatto

Il contatto perfetto è solo teorico, quindi impossibile da realizzare: tra due contatti esisterà sempre, anche se piccolissima, una resistenza. Quest'ultima dipende da diversi fattori: dal materiale dei contatti, dalla loro rifinitura superficiale e dalla pressione esercitata per mantenerli uniti. La loro rifinitura superficiale, oltre a garantire una buona conduttività deve irrobustire il materiale per evitare che si guasti con l'uso; questo è importantissimo specialmente per i componenti di uso continuo che devono sopportare un gran numero di commutazioni. Il valore della

Interruttori e commutatori

Commutatore a leva
con due sezioni e due posizioni.

Commutatore con quattro sezioni e due posizioni.

resistenza di contatto dipende dall'applicazione. Per renderci conto dei valori usati, pensiamo a una resistenza da 0,1 Ω per un contatto metallico classico, che si utilizza normalmente per gli alimentatori. Altri circuiti ammettono anche resistenze da 10 Ω, o più. In alcune tastiere in silicone la resistenza di contatto può arrivare a 100 Ω, la qual cosa può essere perfettamente accettabile per qualche circuito di bassissimo consumo, come potrebbe essere, per esempio, quello di un telecomando.

Interruttore d'alimentazione.

Superficie di contatto

Se osserviamo al microscopio le superfici di contatto tra due materiali, possiamo vedere alcune rugosità che impediscono che le due superfici combacino perfettamente: entrano in contatto, infatti, solamente alcuni punti. La resistenza sarà minore quante minori asperità presenterà la superficie. Un altro problema è la sporcizia, soprattutto se si tratta di particelle di materiale isolante che vanno a interporsi tra i contatti.

Interruttori e commutatori

Tensione massima

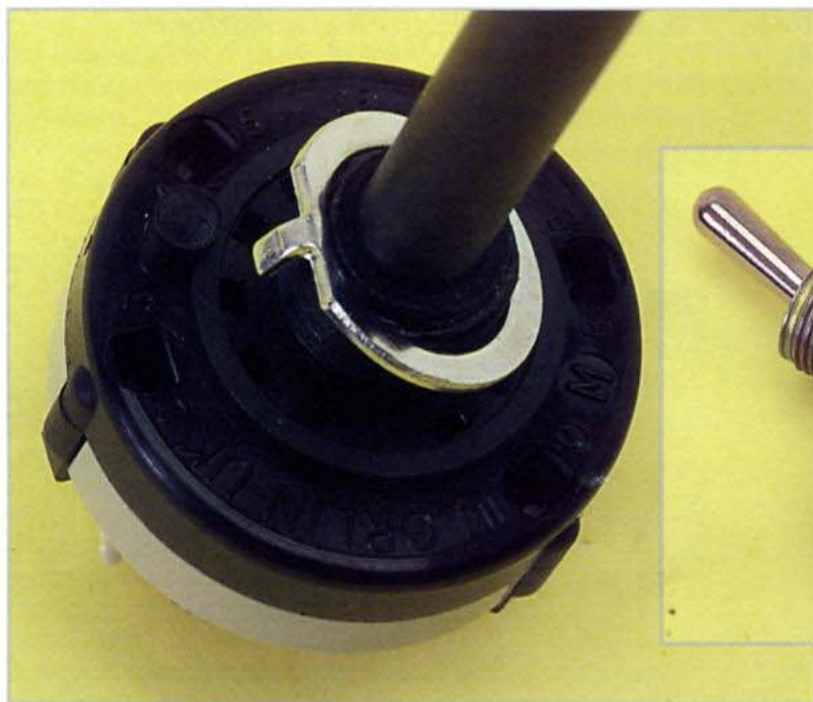
Quando la tensione applicata a un contatto è molto elevata deve sopportare archi che possono arrivare a bruciare i contatti stessi, se questi ultimi non sono stati appositamente progettati per sopportarli.

Corrente massima

La corrente massima dipende anch'essa dagli elementi di cui sono composti gli interruttori attraverso i quali circola la corrente, oltre alla resistenza che presenta il materiale con cui sono stati costruiti. Se la resistenza del contatto è elevata e circola molta corrente, si genererà una notevole quantità di calore che produrrà un grande aumento della temperatura che, nella maggioranza dei casi, potrebbe essere una causa della distruzione del componente stesso.

Commutatore rotante con una sezione e dieci posizioni.

Rimbalzi

Il contatto deve stabilizzarsi rapidamente e sicuramente utilizzando qualunque tipo di mezzo. Se cerchiamo di chiudere lentamente un interruttore a leva, vedremo che arriva un momento in cui l'interruttore cambia rapidamente posizione. Un buon interruttore deve avere un dispositivo per evitare di rimanere in posizioni intermedie – in caso contrario causerebbe il malfunzionamento dell'apparecchiatura – specialmente per quanto concerne i circuiti digitali. Un contatto non sicuro genera molte connessioni e disconnessioni continue e quasi impercettibili.

Limitatore delle posizioni del commutatore.

L'utilizzo di un commutatore appropriato a ogni tensione e corrente è importantissimo.

Interruttori e commutatori

Posizionamento

L'interruttore, oltre a disporre dei meccanismi per aprire e chiudere il circuito, deve mantenere i contatti in una determinata posizione grazie a un meccanismo di posizionamento.

Azionamento

Le modalità d'azionamento più correnti sono due, per spostamento e per oscillazione. La prima, proprio come dice il suo nome, avviene spostando un pezzo fino a quando non si realizza la connessione.

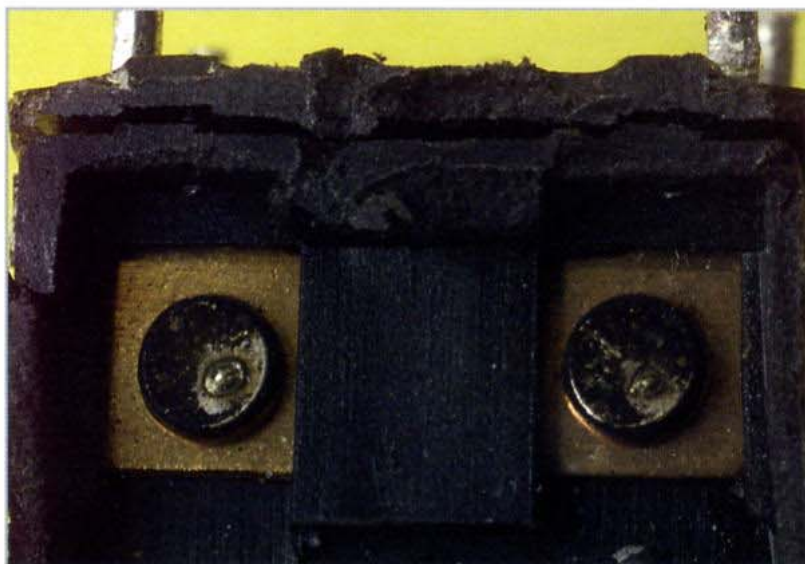
Questo tipo di azionamento ha il vantaggio di tener puliti i contatti automaticamente grazie allo sfregamento derivante dallo spostamento. L'oscillazione si ottiene facendo oscillare un pezzo che effettua il contatto; logicamente, questo tipo di contatto si guasterà in minor misura, anche se è più sensibile alla sporcizia. Per questo motivo si è costretti a ridurre il movimento delle parti il più possibile, in questo tipo di componenti; manca, infatti, l'azione di strisciamento che eliminava la sporcizia e, di conseguenza, si può dire che non sono autopulenti. Un solo interruttore può avere contatti diversi per poter collegare in maniera indipendente vari circuiti.

Molti modelli di interruttore, o commutatore, possiedono una spia che confermi l'avvenuta connessione del circuito.

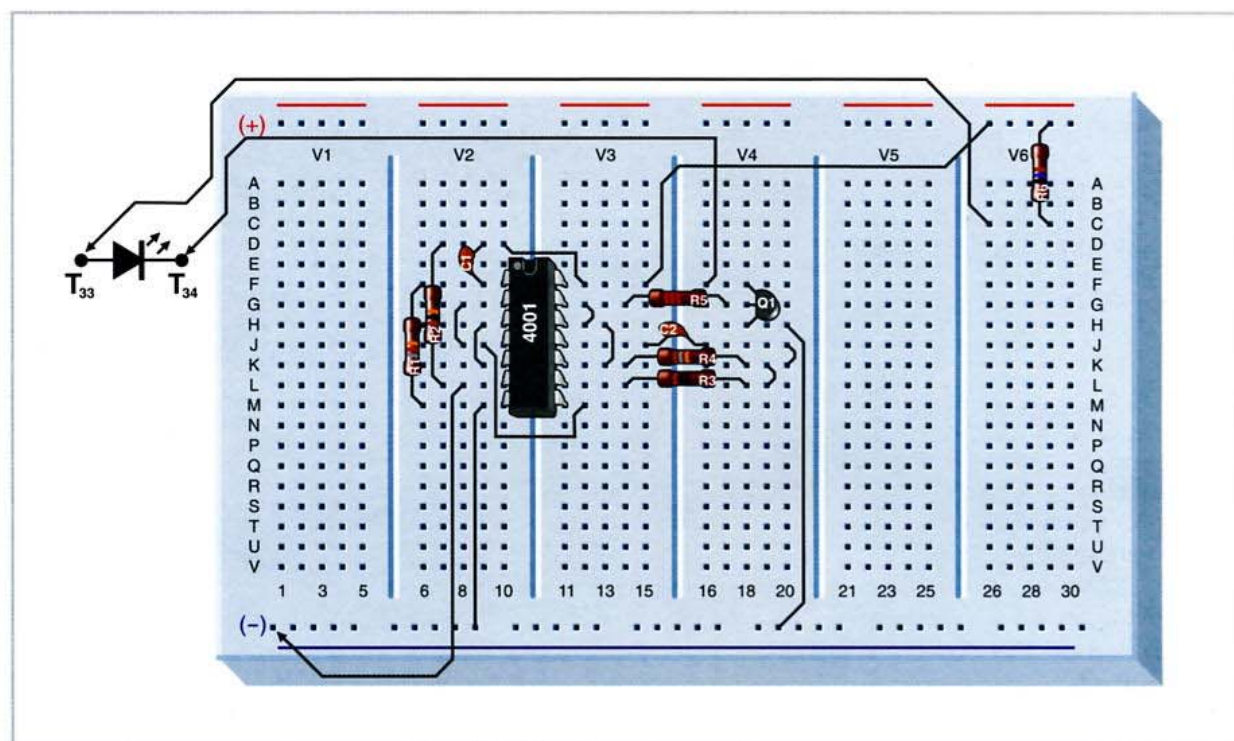
Temperatura

La temperatura di lavoro è di grande importanza e in caso di dubbio conviene consultare il costruttore; una volta che si è venuti a conoscenza delle caratteristiche, si possono impiegare per far lavorare l'interruttore nei suoi parametri nominali. Si deve tenere conto del fatto che un apparecchio lasciato al sole può arrivare a superare i 60° C, mentre in alta montagna, durante il periodo invernale, può giungere anche ai -20° C, se non addirittura ai -30° C. L'asse di un commutatore rotante può bloccarsi se è stato utilizzato un lubrificante inadatto e che si congela al freddo.

Umidità

Se le condizioni di umidità sono molto importanti, si devono utilizzare commutatori ermetici, soprattutto nel caso si tratti di apparecchiature nautiche in cui anche il sale contribuisce a danneggiare l'interruttore. Non si devono solamente proteggere i contatti, ma anche tutto il corpo dell'interruttore, o commutatore, deve essere sottoposto a trattamenti anticorrosivi.

Se non si utilizza l'interruttore adeguato, i contatti possono deteriorarsi.

Allarme per rottura del filo

Quando si taglia il filo conduttore che unisce i due terminali, il circuito si attiva.

Questo circuito di allarme può servire a rilevare se qualcuno è entrato nella nostra abitazione. La rilevazione avviene dando continuità al filo attraverso un paio di puntine da disegno – fissate l'una sul telaio della porta, l'altra sulla porta stessa – e disposte in modo che facciano l'una contatto con l'altra: così, quando la porta si apre, anche il contatto si interrompe e, di conseguenza, il diodo indicatore si illumina. Per effettuare l'esperimento basta scollegare i punti A e B segnati nello schema del circuito.

Funzionamento

Il funzionamento è semplicissimo: quando colleghiamo l'alimentazione, dobbiamo tenere i due terminali A e B uniti tra loro con un cavo. In questa situazione – di riposo – l'oscillatore astabile con le porte NOR (U1C e U1D) che abbiamo montato non è attivo perché il terminale 4, uscita del bistabile, è a livello zero. L'uscita dall'oscillatore astabile viene prelevata dal piedino 10, di modo che il LED non si illumina se non c'è il rilevamento. Quando apriamo il contatto tra A e B – rompendo il filo – il bistabile si attiva, ponendo la propria uscita a '1'; questa condizione fa funzionare l'oscillatore astabile e fa illuminare, in modo intermittente, il diodo LED fino a quando non si interrompe l'alimentazione.

L'allarme permane fino a quando l'alimentazione non viene interdetta

Il circuito

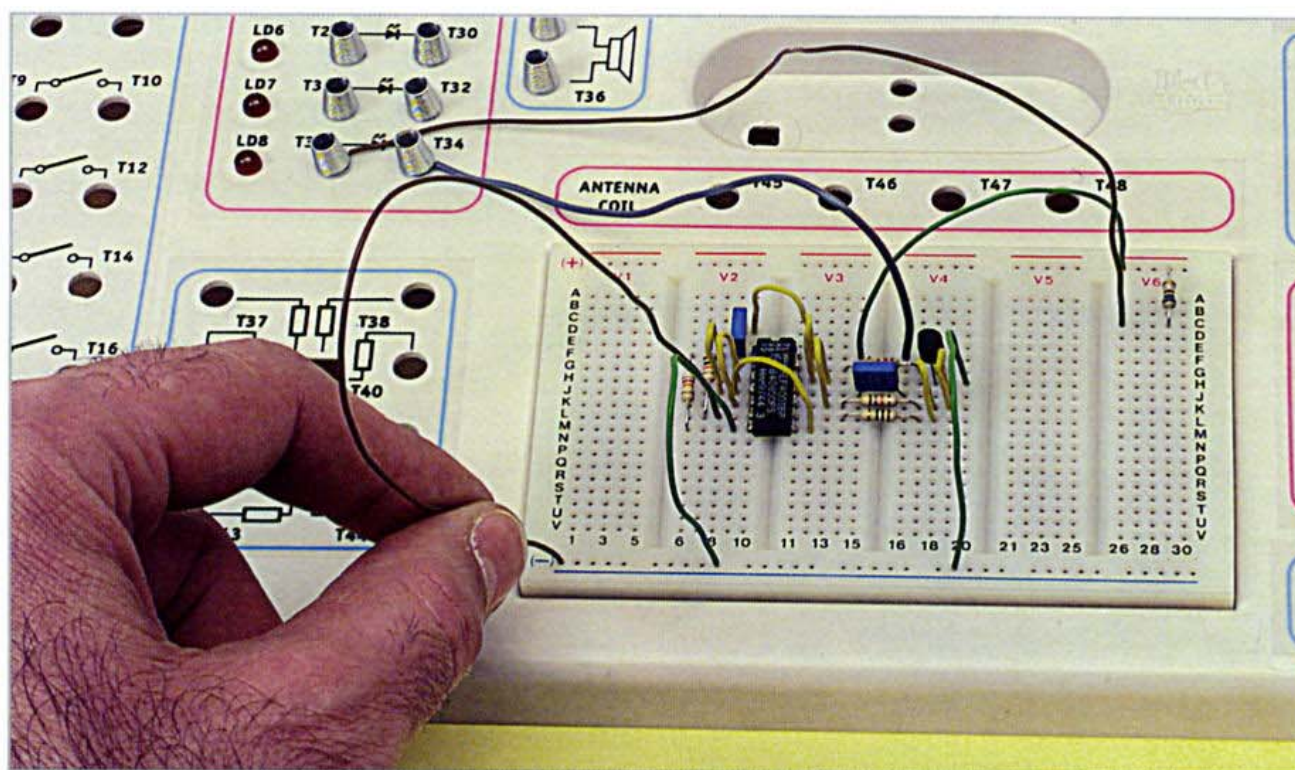
Le quattro porte dell'integrato 4001 vengono sfruttate al massimo, dato che se ne utilizzano due per ciascuna delle parti di cui è composto il circuito. Una sezione contiene il circuito rilevatore della rottura del filo, formato da un flip-flop bistabile il quale, al momento dell'accensione, si "resetta" attraverso la rete R1-C1 connessa all'entrata RESET, così da garantire che l'uscita sia a '0' sempre che abbia collegato un carico. In questa situazione il LED rimane spento. Quando si interrompe il filo, il terminale di entrata 6 di U1B passa a livello alto e l'uscita di questa porta dà l'avvio all'oscillatore astabile.

Esperimenti

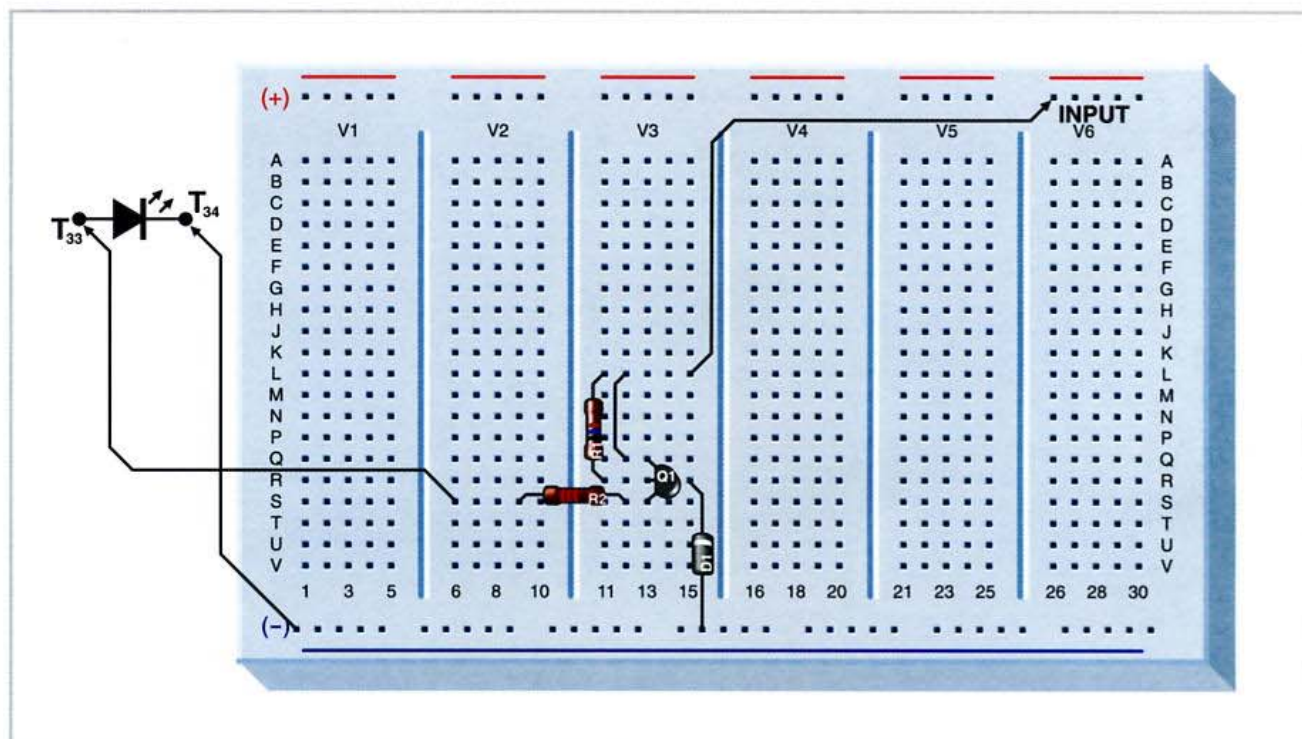
In questo circuito, per variare la frequenza di lampeggiamento

Allarme per rottura del filo

COMPONENTI	
R1	82 K
R2	10 K
R3	1 M
R4	18 K
R5	2K2
R6	560 Ω
C1,C2	100 nF
Q1	BC548
U1	4001
LED8	

del diodo LED, possiamo cambiare la resistenza R4 dell'oscillatore astabile. Aumentandola, possiamo fare in modo che l'accensione e lo spegnimento siano più lenti; riducendola, al contrario, aumenteremo la frequenza del lampeggiamento fino ad arrivare a un punto in cui esso sarà così rapido che vedremo il diodo costantemente acceso. Anche per aumentare la luminosità del diodo LED, possiamo diminuire la resistenza di carico sul collettore del transistor BC548.

Se si toglie il filo che unisce i terminali A e B, l'indicatore di allarme salterà.

Stabilizzatore di tensione

Stabilizza la tensione d'entrata impedendo che superi un determinato livello prefissato.

A volte, le sorgenti di alimentazione non hanno una tensione di uscita stabilizzata. Molti apparecchi riescono a funzionare bene anche all'interno di un margine di tensione d'alimentazione variabile, ma altri sono più esigenti. Esistono molti circuiti stabilizzatori di tensione, ma presenteremo il più semplice in assoluto. Nel nostro caso è un circuito sperimentale, ma questo tipo di circuito viene utilizzato in pratica dando buoni risultati. La sua semplicità consente di studiarne il funzionamento senza grandi difficoltà.

Il circuito

Il circuito utilizza un transistor Q1 con il collettore come entrata e con l'emettitore come uscita. La tensione della sua base viene fissata con una resistenza che polarizza un diodo zener; la tensione d'uscita è, approssimativamente, di 0,6 Volt minore della tensione zener. Quest'ultima si mantiene costante grazie alla corrente che circola attraverso la resistenza R1. Per verificarne il funzionamento, si collega all'uscita il diodo LED LD8 con la sua corrispondente resistenza di polarizzazione R2; potremmo anche collegare un circuito che necessiti di circa 5 Volt di tensione d'alimentazione. Si deve tenere conto del fatto che il transistor utilizzato dissipa soltanto 0,5 Watt; quindi, se il circuito che deve alimentare ha bisogno di 5 Volt e la tensione ne può sopportare fino a 9, nel transistor cadranno 4 Volt, la corrente massima risulterà dalla divisione di 0,5 per 4 che dà 125 mA, sufficienti ad alimentare alcuni circuiti, anche se conviene mantenere un margine di sicurezza e non superare i 75 mA.

Protegge dalle cadute di tensione

Esperimento n° 1

Una volta montato il circuito, al connettore V1 si collega il terminale d'entrata: il diodo LED si illuminerà appena. Lo si scollega da V1 e lo si collega a V2 e il LED avrà una luminosità più alta. Collegandolo a V3, l'illuminazione del LED è evidentemente più alta; togliamo la connessione a V3 e passiamola a V4, il LED possiede adesso una buona luminosità. Se, però, colleghiamo il terminale d'entrata a V5, vedremo che l'illuminazione del LED non cambia perché il circuito sta stabilizzando la tensione.

Se lo colleghiamo anche a V6, l'illuminazione del LED non subirà cambiamenti significativi.

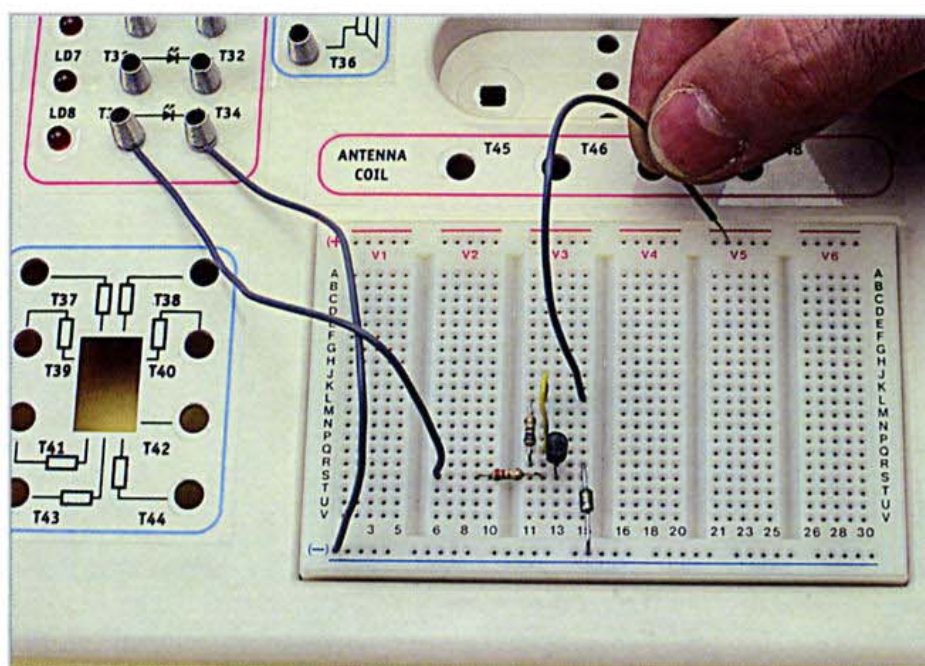
Stabilizzatore di tensione

COMPONENTI	
R1	560 Ω
R2	2K2
Q1	BC548
LED8	

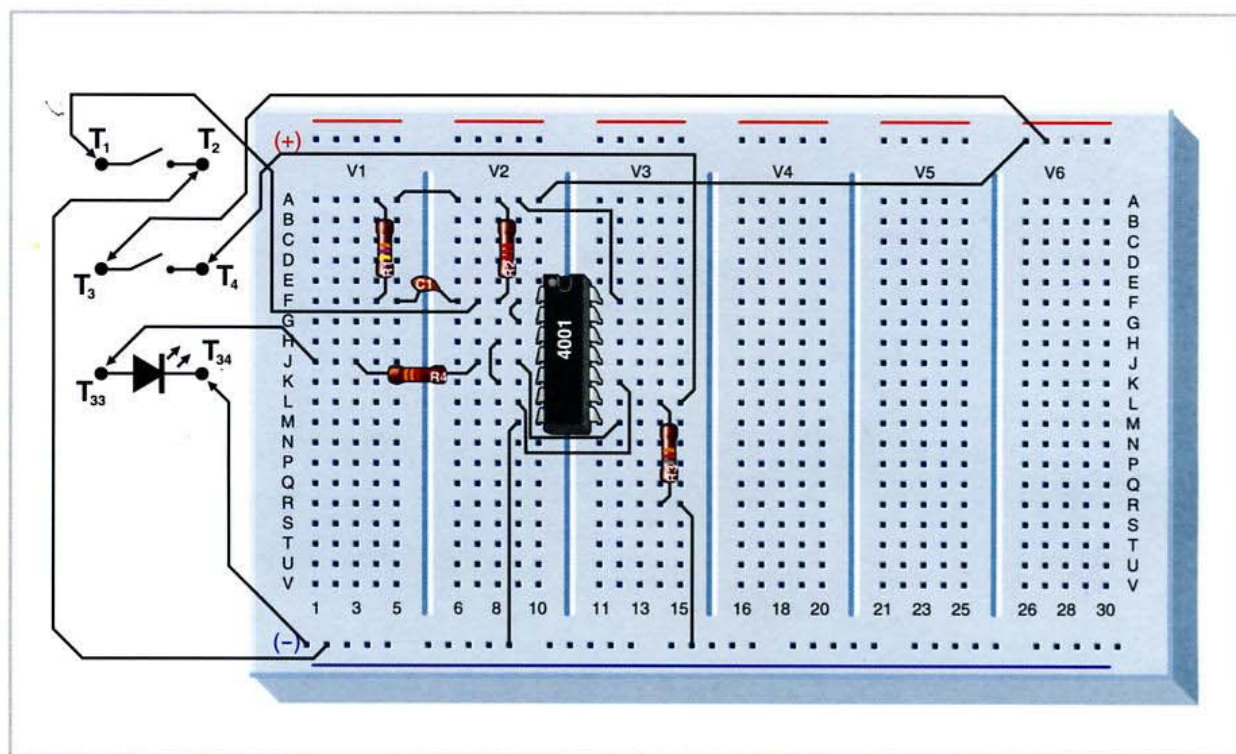
Esperimento n° 2

L'uscita del circuito può venire impiegata per alimentare un altro circuito: in questo caso togliamo la resistenza R2 e il LED LD8. Possiamo, per esempio, utilizzare il circuito DIGITALE 5 effettuando il seguente cambiamento: le connessioni del DIGITALE 5 che portano a V6 vengono scollegate dal suddetto punto e collegate all'emettitore di Q1, come possiamo vedere nello schema qui sopra a sinistra contrassegnato come OUTPUT.

Il montaggio

Il montaggio risulta semplice e veloce grazie al ridotto numero di componenti utilizzati. Il circuito stabilizzatore eroga alla propria uscita una tensione di circa 5 Volt. In pratica, il circuito è formato dal transistor Q1, dalla resistenza R1 e dal diodo zener DZ1, mentre il diodo LED, con la sua corrispondente resistenza di polarizzazione, viene utilizzato come spia per verificare l'avvenuta stabilizzazione della tensione. Per verificarne l'effetto, si può togliere la connessione dalla resistenza R2 portandola a collegarsi con V6; si noterà, allora, un notevole aumento di luminosità. Tuttavia, se si scollega l'emettitore di Q1, quest'ultimo si manterrà a 5 Volt, con l'entrata collegata a V4, a V5 o a V6.

Semplice, ma efficace stabilizzatore di tensione.

Bistabile con porte NOR

Il circuito memorizza il valore 'zero' oppure il valore 'uno'.

Questa cellula di memoria consente di memorizzare uno stato temporaneo rilevato in un circuito. Se, per esempio, nella nostra abitazione entra un estraneo e possediamo un sensore di presenza, possiamo rilevare quando gli passa davanti, ma non ci sarà memoria del passaggio se non per i danni eventualmente causati.

Affiché rimanga una prova permanente, con una spia accesa o un allarme attivato, dobbiamo memorizzare il cambiamento di livello fornito dal sensore quando rileva l'intruso. Il circuito rilevatore, per memorizzare lo stato di allarme, unirà momentaneamente i terminali T3 e T4.

Funzionamento

Il circuito possiede due entrate, una chiamata SET che pone al livello alto '1', mantenendola in questo stato fino a quando non si attiva l'altra entrata, 'RESET', che pone l'uscita al basso livello '0'. In realtà, il circuito ha due uscite disposte nei terminali 4 e 10 del circuito integrato. Le due uscite sono invertite, l'una, cioè, possiede sempre lo stato opposto rispetto all'altra. Quello che il circuito fa, in realtà, è memorizzare una variazione: infatti mantiene il suddetto stato anche se non esistono variazioni successive.

Il circuito si attiva a livello alto

In questo stato iniziale, quando si collega l'alimentazione, si produce una situazione in cui una delle due uscite sarà '1', mentre l'altra sarà '0'. Se le due entrate fossero a livello alto '0', all'uscita risulta quanto era successo prima, ma all'accensione potrebbe verificarsi che in Q ci sia un '1' o uno '0' e all'altra uscita $\overline{Q}$ il contrario.

Il circuito

A sinistra dello schema abbiamo la porta U1A che, assieme ai componenti R1, R2 e C1, forma un circuito di generazione di brevi impulsi. Ogni volta che premiamo P1, il circuito genera all'uscita un impulso molto stretto che collegheremo direttamente all'entrata RESET del bistabile, cosicché ogni volta che pigeremo P1 il bistabile pone la sua uscita a '0' che equivale allo spegnimento del diodo LED. Il bistabile è stato montato con il suo tipico circuito: l'uscita di una delle porte va all'entrata dell'altra e ha direttamente alla sua

Bistabile con porte NOR

COMPONENTI	
R1	47 K
R2	2K2
R3	82 K
R4	3K3
C1	100 nF
U1	4001
P1,P2	
LED8	

entrata SET un pulsante P2 per attivare l'uscita a livello alto '1' a ogni oscillazione.

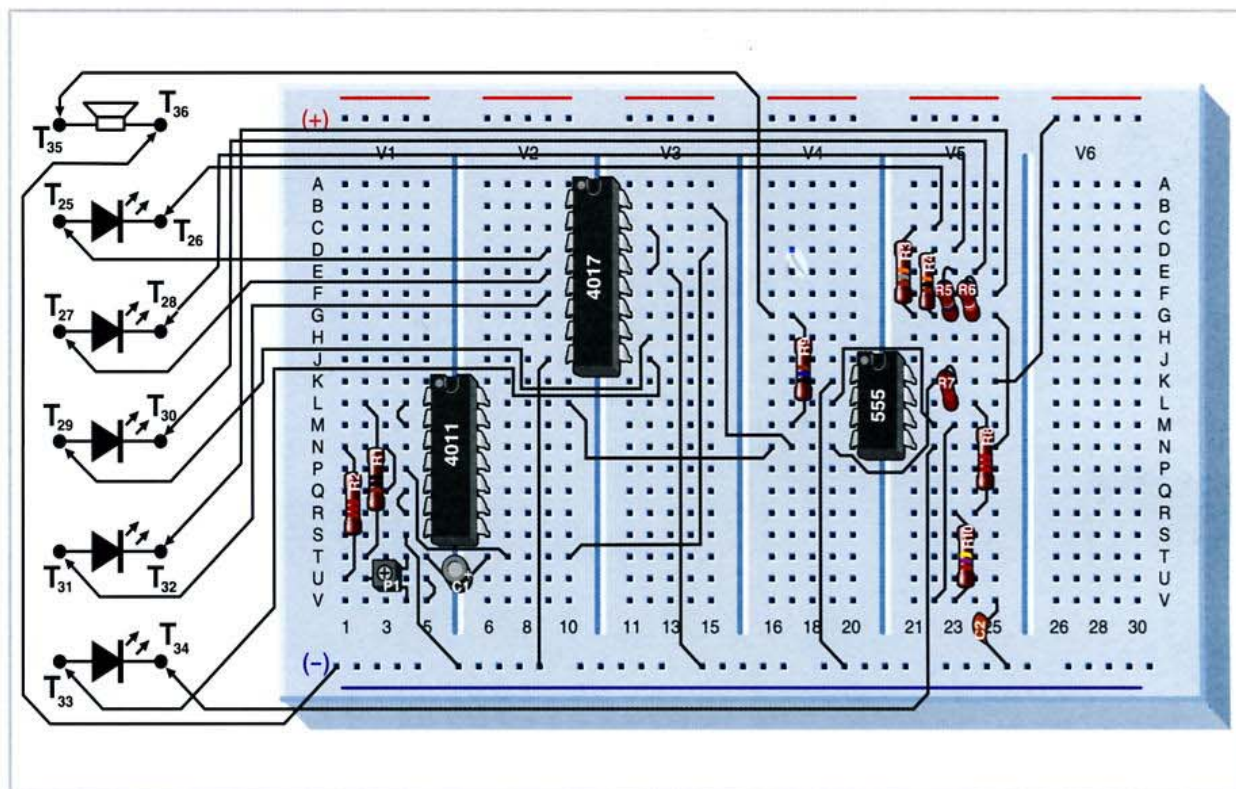
Ora, se scolleghiamo la resistenza R4 dal terminale 4 del circuito integrato e la colleghiamo al terminale 10 dello stesso, stiamo utilizzando un'uscita invertita rispetto a quella che avevamo prima. In questo caso il pulsante P1 viene utilizzato per accendere il diodo LED, mentre P2 viene utilizzato per spegnerlo.

Pigiando P2, il diodo LED LD8 si accende, mentre pigiando P1 si spegne.

Sperimentazione

Solitamente, questo circuito non viene usato isolatamente, ma come parte integrante di altri circuiti di maggior complessità, il rilevatore di rottura di filo, per esempio (CONTROLLO 14). È un circuito molto utilizzato, come le porte NAND del resto, come circuito antirimbalzo, perché ogni volta che schiacciamo un pulsante si rileva solamente un impulso e non tutti i rimbalzi che in realtà vengono prodotti.

Carillon musicale

Il circuito suona una melodia di cinque note.

Può esserci capitato, qualche volta, di suonare il campanello di una porta e di sentire, invece del solito "din don", una gradevole successione di note. Anche se le melodie esistenti sono molte, vi diamo la possibilità di creare suoni diversi e di eseguirli nella sequenza voluta.

Il circuito

Mediante il circuito integrato 555, che funziona come astabile (TECNICHE 11) e senza variare né resistenze né condensatore, generiamo all'uscita un segnale – avente la frequenza fissa – che produce un suono nell'altoparlante, suono che percepiamo nel nostro orecchio come un ronzio. Per poterne cambiare la frequenza, e di conseguenza il tono, senza alterare i componenti dell'oscillatore astabile – resistenze e condensatore – dobbiamo demodulare questo segnale. Quindi, per conseguire differenti suoni, dovremo cambiare il valore della resistenza per ciascuno di questi suoni. Faremo tutto ciò automaticamente, collegando le uscite del 4017 alle resistenze dei punti A, B, C, D ed E.

Ogni suono corrisponde a un valore della resistenza

Sequencer digitale

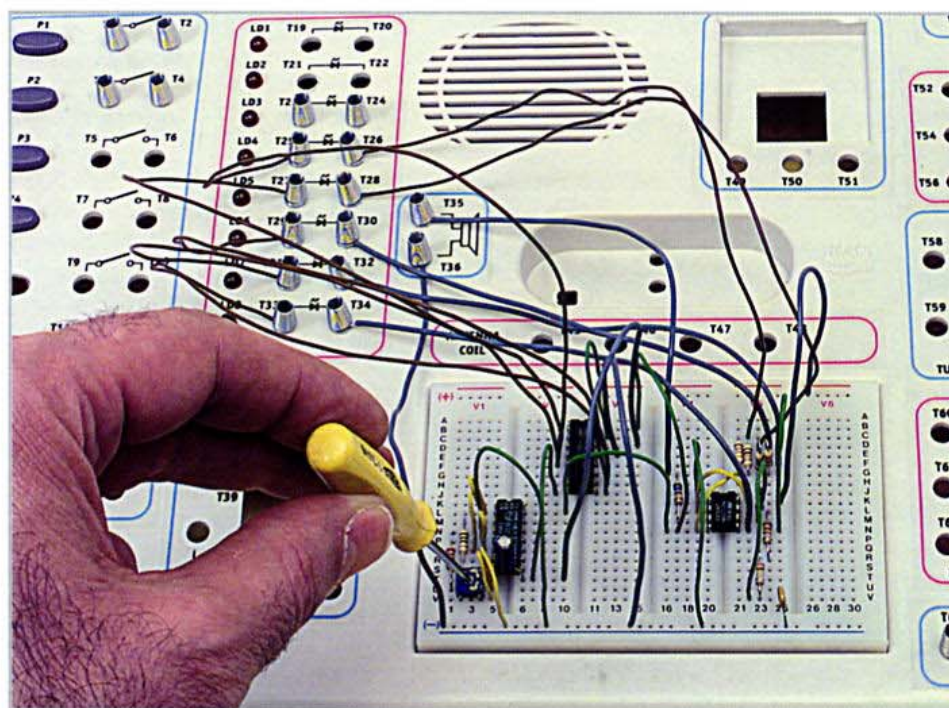
Come abbiamo già avuto modo di dire, per produrre un tono di frequenza diversa è sufficiente collegare al terminale 5 del 555 una resistenza.

Il circuito integrato 4017 è un contatore ad anello, la cui uscita è a livello alto e va spostandosi, iniziando da Q0, a ogni impulso del clock ricevuto nel suo terminale del clock CKL. Questo circuito sarà quello incaricato di creare la sequenza di diversi suoni del nostro carillon. A tal fine, basterà collegare 5 resistenze diverse al terminale 5 del 555 e mediante i diodi LED renderle indipendenti di modo che solamente l'uscita a livello alto del 4017 sia quella che si collega al suddetto terminale. Questo circuito, attraverso la frequenza del clock dell'entrata (vedi DIGITALE 5), segnerà il ritmo della melodia, il tempo, cioè, la durata del tempo di ciascuno dei toni.

Carillon musicale

COMPONENTI	
R1	1 M
R2,R7,R8	2K2
R3	18 K
R4	10K
R5	6K8
R6	3K9
R9	560 Ω
R10	270 K
P1	100K
C1	22 µF
C2	2,2 nF
U1	4017
U2	555
U3	4011
LED4,LED5,LED6	
LED7,LED8	
ALTOPARLANTE	

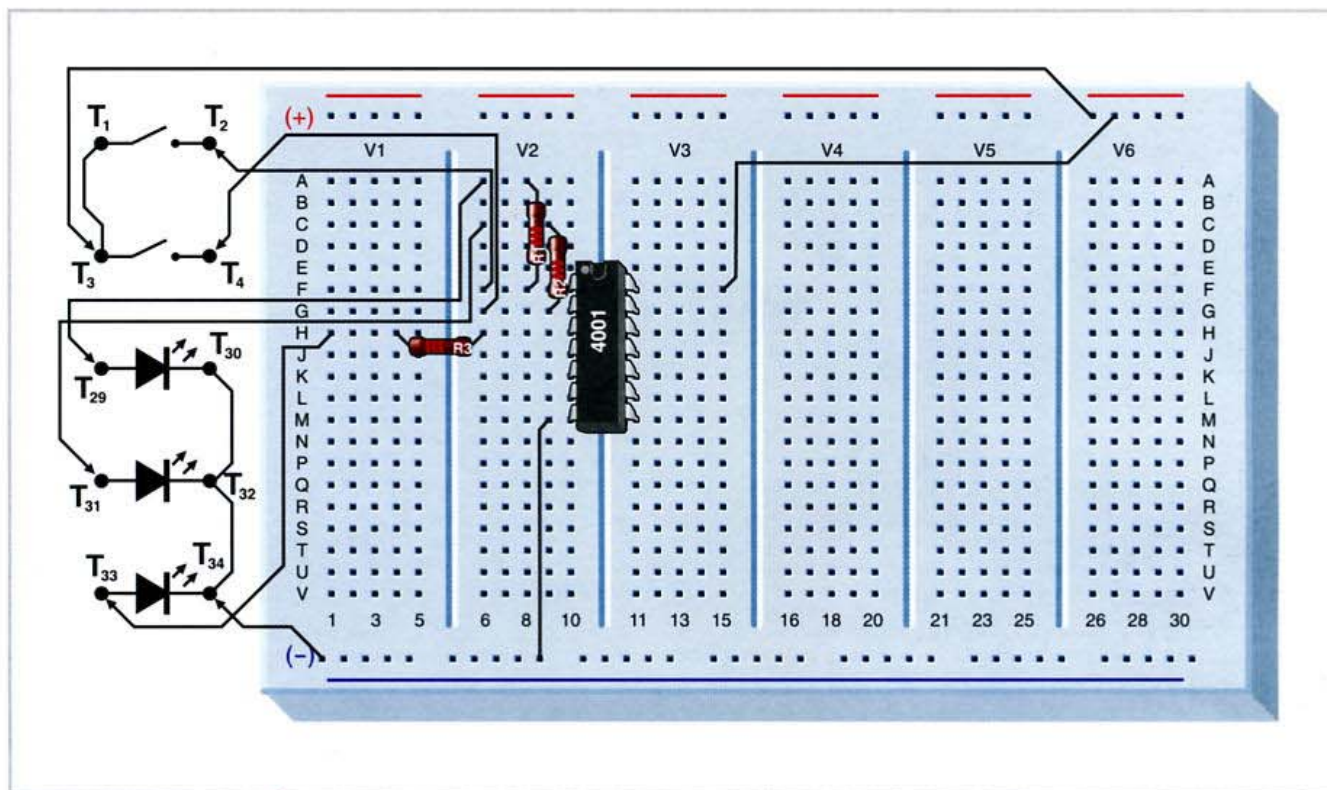
Sperimentazione

Le modifiche che possiamo attuare al circuito per adeguarlo ai nostri gusti sono parecchie. Da un lato, variando il potenziometro P1, possiamo modificare il tempo in cui si può sentire ciascuna nota dipendendo esattamente dal periodo del segnale del clock che ci eroga il circuito astabile e che si applica al terminale 14 di U1. Per quanto riguarda la frequenza dei diversi suoni, per riuscire ad ottenere un suono che sia più o meno di nostro gusto, possiamo variare la resistenza R10 nel circuito integrato 555. Abbiamo anche la possibilità di cambiare le resistenze R3, R4, R5 e R6.

I diodi LED saranno incaricati del fatto che l'unica resistenza dell'uscita attiva sia quella che influisce sulla modulazione.

Qualche considerazione sul montaggio del circuito

Nei circuiti di una certa complessità dovremo aumentare le precauzioni: potremmo facilmente dimenticarci di collegare un'alimentazione o un terminale. Per far funzionare il sequenziatore, dobbiamo collegare i terminali 13 e 15 del 4017 al negativo dell'alimentazione. Non dobbiamo tralasciare, inoltre, di collegare a V6 i terminali 4 e 8 del 555.

Verifica del CI 4001

Il circuito integrato 4001 ha nel suo interno quattro porte NOR con due ingressi ciascuna.

I circuiti logici possono essere utilizzati facilmente, ma per non trovarci di fronte a sorprese inaspettate è consigliabile verificarne il funzionamento. I circuiti CMOS sono abbastanza delicati, motivo in più per portare a termine questa rapida verifica. Continuiamo ad addentrarci nell'elettronica digitale con un integrato della famiglia CMOS, il 4001, il quale contiene quattro porte NOR – porte OR seguite da un invertitore. Abbiamo finora utilizzato questa famiglia – e continueremo a farlo – perché ci garantisce una notevole flessibilità di alimentazione; è adeguata, infatti, ai nostri progetti perché può essere alimentata con l'alimentazione da 9 Volt del nostro laboratorio.

In caso di guasto, si deve verificare il funzionamento di ogni porta.

Preparazione

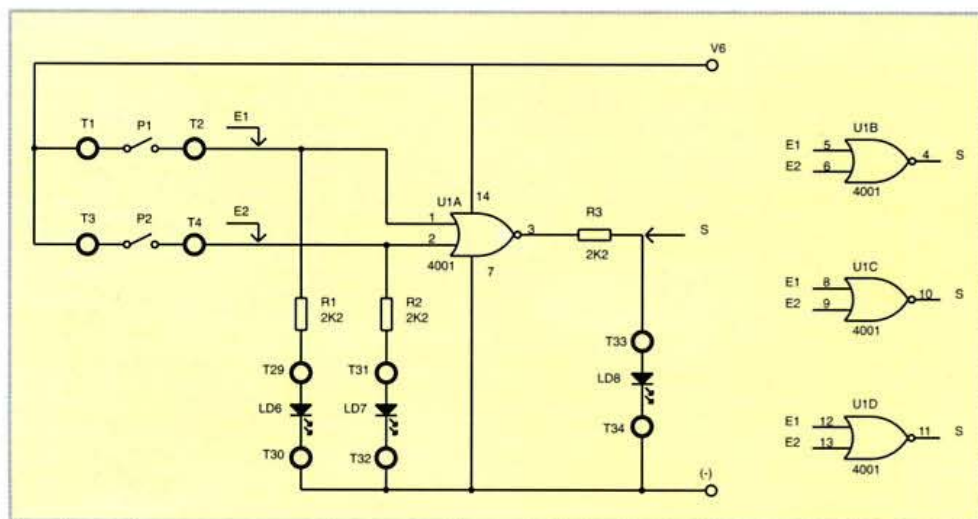
Prima di iniziare il montaggio dobbiamo conoscere la distribuzione delle porte del circuito integrato con cui lavoreremo. Non dobbiamo assolutamente effettuare i collegamenti alla cieca, senza, cioè, disporre del relativo schema, perché, oltre a perdere tempo, correremmo il rischio di distruggere la porta, l'integrato e anche qualche altro circuito dell'apparecchio se non addirittura l'alimentazione. Detto questo, dobbiamo capire se l'integrato che abbiamo in mano è quello che vogliamo in realtà: è facilissimo sbagliarsi dato che sulla sua targhetta ci sono solitamente molti numeri, oltre alle lettere, che possono indurci in errore.

Il circuito

Se osserviamo la tavola della verità, vedremo che sia all'entrata che all'uscita abbiamo degli 'uno' e degli 'zero'. Il metodo più veloce per verificarlo è quello di collocare un diodo LED a ciascuna delle sue entrate e all'uscita: così, quando si accenderà ci indicherà un 'uno', mentre quando rimarrà spento, ci indicherà uno 'zero'. In questo modo visivo, e aiutandoci con i pulsanti P1 e P2 per le entrate, verificheremo rapidamente e sicuramente le quattro porte del circuito integrato.

L'esperimento

Per verificare l'integrato 4001, lo introdurremo nella piastra dei prototipi e lo alimenteremo colle-

Verifica del CI 4001

COMPONENTI

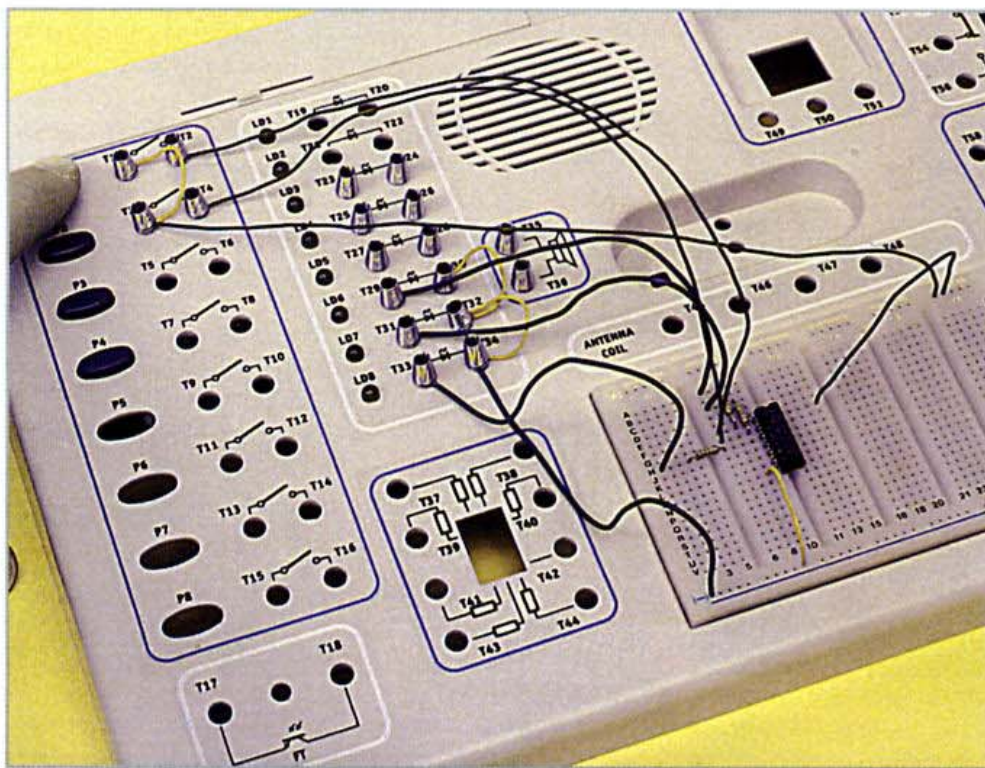
R1,R2,R3	2K2
U1	4001
P1,P2	
LED6, LED7, LED8	

gando il positivo dell'alimentazione (V6) al terminale 14 del circuito integrato e il negativo al terminale 7. In seguito, monteremo il circuito collegando le entrate della porta da verificare, E1 e E2, ai punti E1 e E2. In situazione di riposo, quando, cioè, non premiamo alcun pulsante, stiamo introducendo nelle due entrate degli 'zero'; quando, invece, pigiamo P1 e P2 introduciamo degli 'uno'. Terminata la verifica di una porta, passeremo alla successiva fino a quando non avremo esaminate tutte e quattro le porte dell'integrato. Dovremo fare attenzione a non applicare mai tensione a un'uscita perché potremmo danneggiare il circuito integrato.

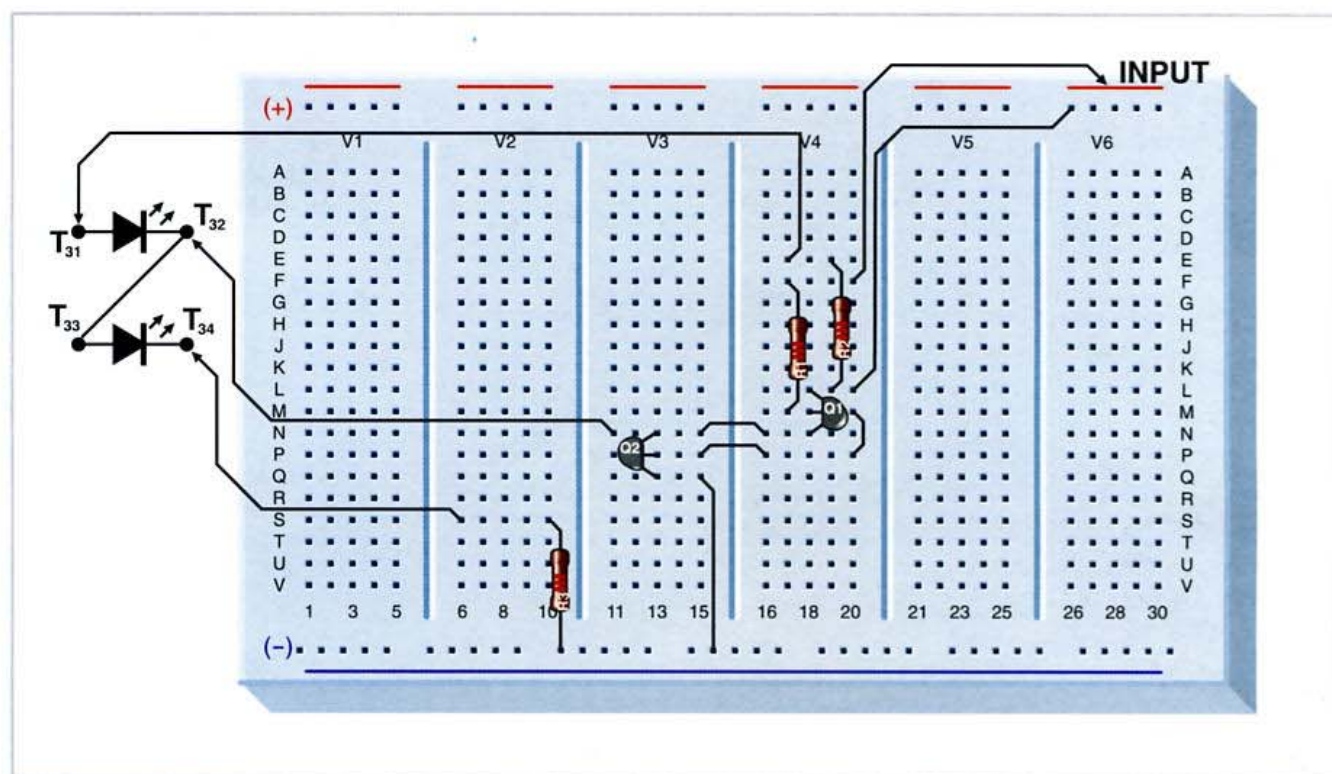
Tavola della verità
Porta NOR

E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Consigli

Anche se la famiglia CMOS consuma molto poco – il circuito interno, cioè, consuma poco –, in questo caso stiamo utilizzando tre diodi LED che hanno un consumo di corrente abbastanza importante, che non è significativa per una veloce verifica, ma che se si dimentica di scollegarlo consumerà in breve tempo le pile. In genere si consiglia di togliere i cavi di connessione che vanno a uno qualunque dei terminali da V1 a V6 nel caso in cui stessimo utilizzando delle batterie; c'è anche la possibilità di utilizzare un alimentatore esterno, nel qual caso, e se togliamo le pile, dovremo prendere l'alimentazione tra (-) e V6.

Montaggio finalizzato alla verifica del circuito integrato 4001.

Indicatore di livello logico

Se viene collegato all'uscita di un circuito logico, ci indicherà lo stato della medesima.

Il circuito possiede due diodi LED, di cui se ne illuminerà soltanto uno a seconda dello stato logico delle uscite del circuito a cui si collega. È utilissimo per rappresentare visivamente lo stato dell'uscita, o di un qualche punto intermedio, di un circuito logico. Se l'entrata (INPUT) è a livello alto, il diodo LED LD8 si illuminerà, mentre se è a livello basso, si illuminerà il diodo LED LD7. Ci avvisa anche quando non è collegato perché entrambi i diodi saranno illuminati.

Il circuito

Il circuito è basato su due transistor, uno di tipo PNP e l'altro di tipo NPN, collegati come interruttori elettronici. Quando all'entrata arriva un livello logico alto, che si può simulare collegando direttamente a V6 il terminale INPUT, il transistor Q1 conduce, arrivando praticamente alla saturazione e lasciando passare corrente attraverso di sé; con ciò la tensione tra il suo collettore e il suo emettitore diventa piccolissima, dato che il diodo LED LD7 si spegne. In questo caso, il transistor Q2 è interdetto, cioè non conduce. La corrente che circola attraverso il transistor Q1 attraversa il diodo LED LD8 e la sua corrispondente resistenza di polarizzazione.

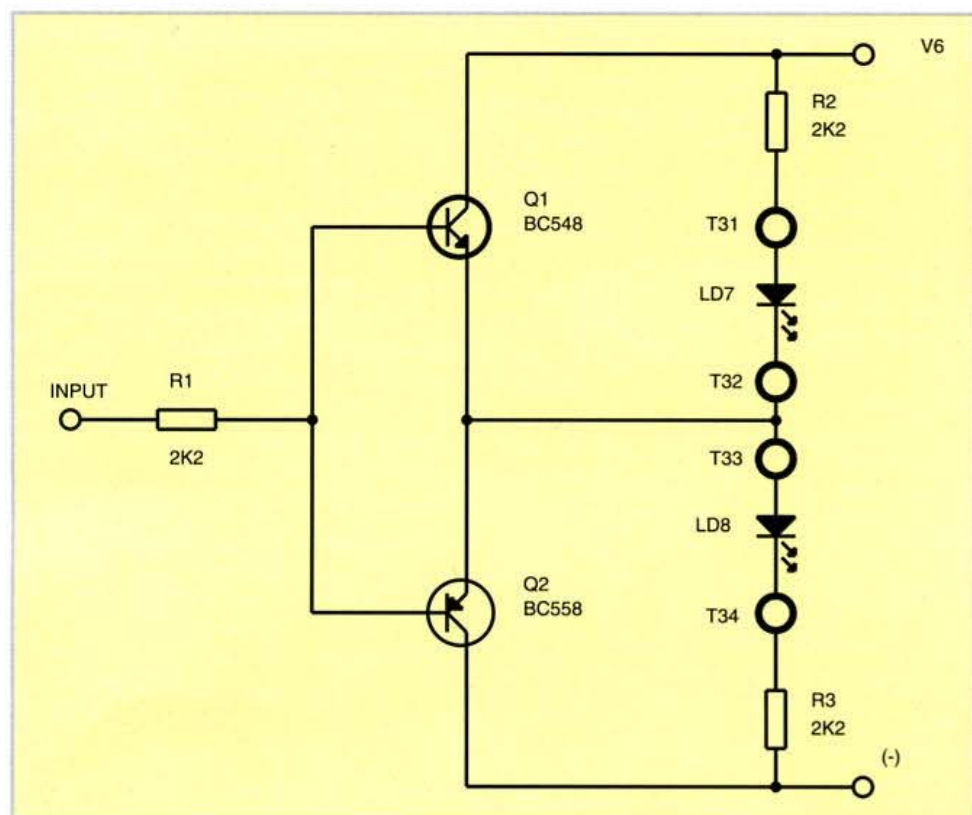
Livello basso

Se, contrariamente a quanto abbiamo fatto nel precedente caso, applichiamo all'entrata INPUT un livello basso, unendo, ad esempio, questa entrata allo 'zero' dell'alimentazione, segnato come (-) sulla piastra di sperimentazione, il transistor Q1 smette di condurre, mentre conduce il transistor Q2, anche se la tensione tra il suo collettore e il suo emettitore è piccolissima, il diodo LED LD8 smette di condurre e la corrente che attraversa Q2 può arrivare soltanto attraversando il LED LD7 e la resistenza R2.

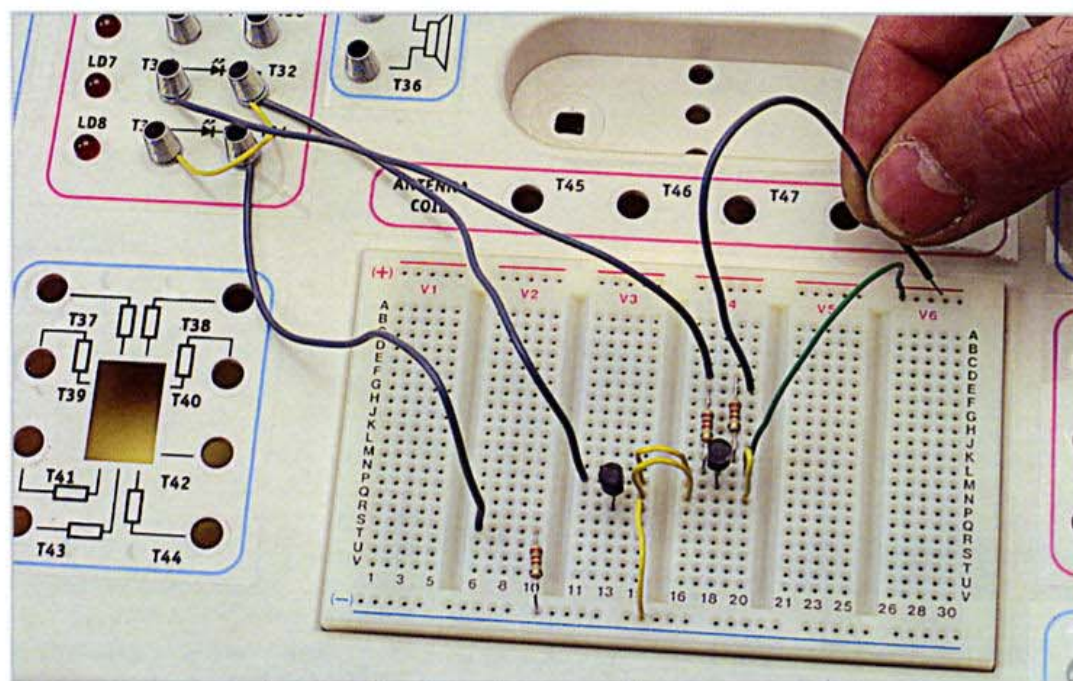
Senza connessione

Se si lascia la connessione INPUT libera, nessuno dei due diodi conduce; la corrente, quindi, circolerà tra V6 e (-) attraversando la resistenza R2, il LED 7, il LED 8 e la resistenza R3. In questo caso i due diodi LED rimarranno illuminati, ma con una luminosità minore. Collegando l'entrata a uno dei livelli logici, alto o basso, uno dei LED si spegnerà.

Indicatore di stato luminoso

Indicatore di livello logico

COMPONENTI	
R1,R2,R3	2K2
Q1	BC548
Q2	BC558
LED7, LED8	

Il montaggio

Il montaggio è semplice e veloce, ma si deve far attenzione a non confonderci tra il transistor BC548 e il BC558. Questi transistor hanno i terminali distribuiti nella medesima maniera, ma hanno le loro polarità diverse e non possono essere scambiati. Non dobbiamo dimenticare la connessione tra i due emettitori dei transistor e il punto di unione dei terminali T32 e T33.

Il circuito rivela se la sua entrata è sconnessa, oppure se il livello d'entrata è 'zero' o 'uno'.

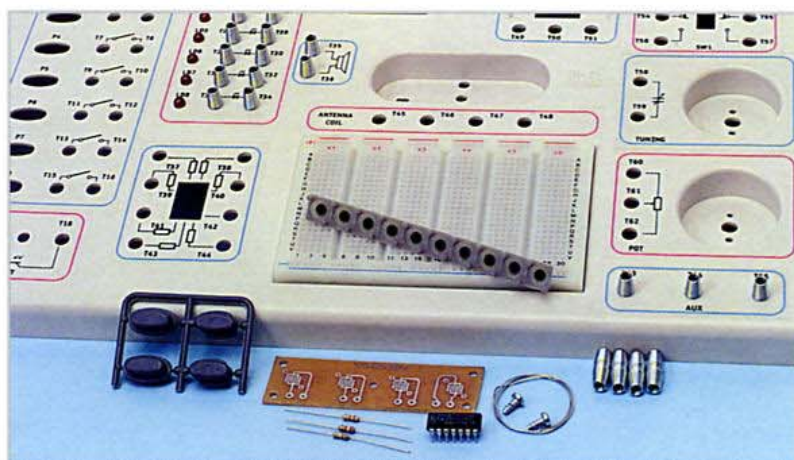
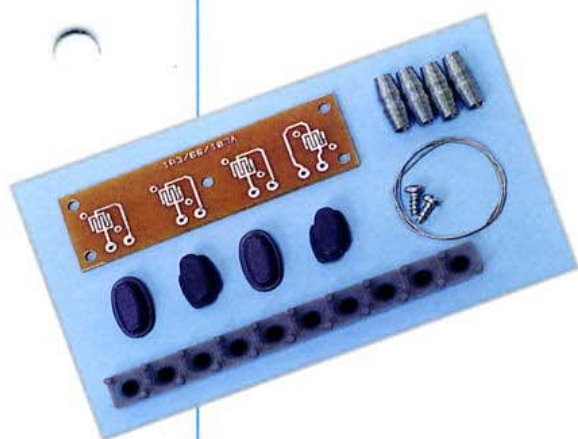
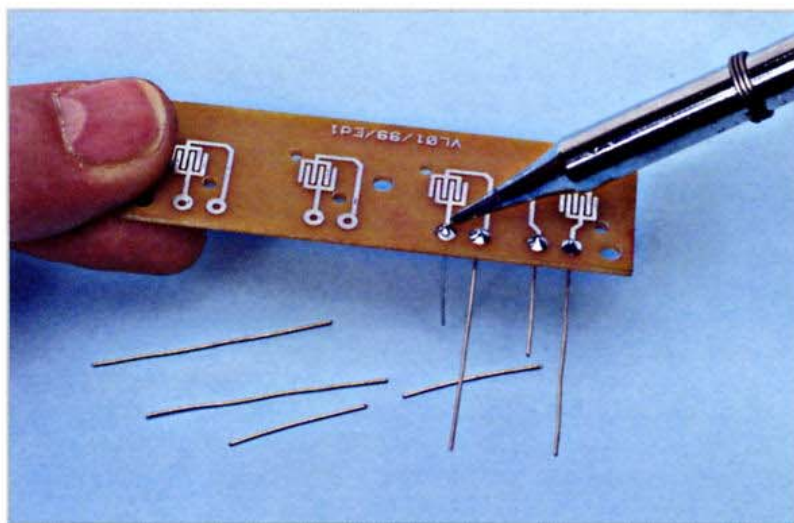
Utilizzo

Questo circuito può essere montato per fare esperimenti, ma è più pratico collegarlo all'uscita di un circuito digitale per indicarci se la sua uscita è un 'uno' o uno 'zero'.

La tastiera superiore

Iniziamo il montaggio della tastiera che, una volta finita, disporrà di otto tasti.

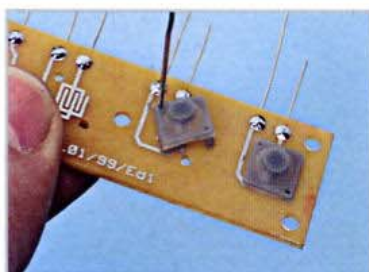
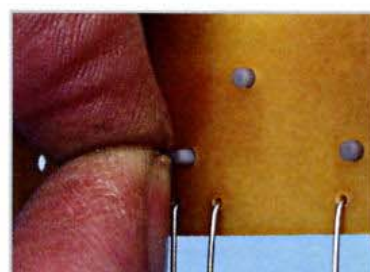
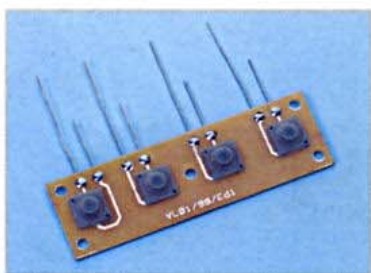
MATERIALI

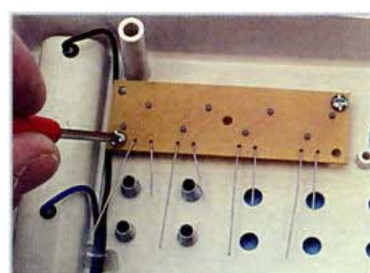
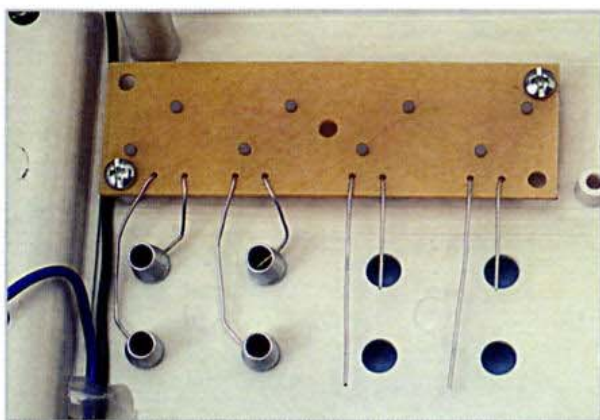
1. **Pulsanti in silicone**
2. **Tasti in plastica**
3. **Circuito stampato**
4. **Viti (2)**
5. **Molle (4)**
6. **Filo nudo (25 cm)**

1 La tastiera è divisa in due sezioni di 8 pulsanti con connessioni indipendenti. Si completa il circuito stampato e si installa la prima sezione con i tasti corrispondenti.

2 Il filo rigido va tagliato in quattro parti da 22 mm circa e in quattro da 38 mm circa. Questi pezzi vanno inseriti nei corrispondenti fori del circuito stampato e saldati alternando fili corti e fili lunghi.

Trucchi

La tastiera può venire utilizzata per realizzare gli esperimenti precedenti in cui era necessario realizzare connessioni e disconnessioni con i cavi perché ne facilita la realizzazione. Quando si fanno i calcoli, si deve tenere conto che questo tipo di tastiera presenta, solitamente, una resistenza di contatto di circa 100 Ω. Di norma si utilizza con segnali deboli, con correnti piccole, e non si usa per collegare l'alimentazione a apparecchi con consumo medio o elevato.

La tastiera superiore

3 Si fornisce una lista con 10 pulsanti in silicone. Si tagliano i 4 tasti che utilizzeremo ora, perché non fuoriescano dalla tastiera.

4 Ogni pulsante in silicone viene collocato dal lato in rame del circuito stampato, inserendo i terminali nei fori della piastra e bloccandoli con un clip in acciaio.

5 Il pulsante si inserisce nel suo alloggiamento definitivo tirandolo dalla parte posteriore attraverso i fori di centraggio, senza fare molta forza per non romperlo.

6 Collocati i 4 pulsanti, il circuito stampato risulta pronto per la sua installazione sul pannello frontale.

7 Si capovolge il pannello frontale del laboratorio e si collocano i 4 tasti in plastica, tenendo conto che le due estremità sono diverse.

8 Il circuito stampato viene collocato in maniera tale che i suoi terminali rimangano centrati nei due fori, in cui si avviteranno dolcemente con due viti.

9 La connessione alle 4 molle che vengono fornite in questo fascicolo si porta a termine come d'abitudine.

10 La tastiera facilita la realizzazione degli esperimenti in cui si ha bisogno di realizzare connessioni momentanee.